

# 1 トラック輸送のエコドライブ実証事業

## 1.1 平成 28 年度公募の状況

### 1) 補助事業の目的

エコドライブの実施状況を把握するためのエコドライブ管理システム (EMS) 機器の導入経費を補助することにより、省エネ型トラック運送の普及を目指す。

さらに、実証事業により得られたデータを活用し、省エネ効果を分析することで、エコドライブについての運送事業者に係る評価制度の精度を高め、その活用方策を検討することを目的とする。

### 2) 公募実施スケジュール

年月日	内容
平成 28 年 6 月 17 日	公募公表
平成 28 年 7 月 1 日～7 月 15 日	1 次公募 (公募期間 15 日間)
平成 28 年 10 月 11 日～10 月 25 日	2 次公募 (公募期間 15 日間)

### 3) 補助対象となる経費

- ・エコドライブ管理システム用機器等の機器装置の購入及び据付等に要する経費及びエコドライブ指導に係る経費の 1/3 を補助

### 4) 補助金交付結果

・ 予算額 金 額 : 2,950,000,000 円
・ 交付決定件数 665 件 (1 次 : 541 件、2 次 : 124 件)
・ 車両台数 25,142 台 (1 次 : 20,932 台、2 次 : 4,210 台)
・ 交付決定額 (千円) 1,732,695 (1 次 : 1,433,086、2 次 : 299,609)
・ 予算消化率 (交付決定分) $1,732,695,000 \text{ 円} / 2,950,000,000 \text{ 円} = 58.7\%$
・ 事業完了件数 613 件 (1 次 : 499 件、2 次 : 114 件)
・ 車両台数 22,891 台 (1 次 : 19,063 台、2 次 : 3,828 台)
・ 交付額 (千円) 1,556,244 (1 次 : 1,283,865、2 次 : 272,379)
・ 予算執行率 (最終) $1,556,244,000 \text{ 円} / 2,950,000,000 \text{ 円} = 52.8\%$

## 2 トラック輸送のエコドライブ実証事業に関する分析

### 2.1 これまでの検討内容

平成 26 年度、平成 27 年度の調査において、輸送事業者評価の方法として燃費予測モデルの構築、ドライバー評価の方法としてドライバー評価モデルの構築を行った。

<平成 26 年度（輸送事業者評価）>

燃費予測モデルの構築

<平成 27 年度（ドライバー評価）>

ドライバー評価モデルの構築

#### 2.1.1 過年度調査までの課題

過年度までに検討した輸送事業者評価の燃費予測モデル、ドライバー評価モデルの課題事項を次ページに示す。また、評価モデルの構築とあわせて、評価制度の検討を行っており、制度内容の深度化を図る必要がある。

表 2-1 過年度の課題と今年度の対応

検討課題		平成28年度調査での対応方針	
平成26年度調査 (輸送事業者の燃費予測モデル)	①積載率と燃費の間に有意な相関関係が見られなかった。	①-1	前回までは輸送事業者にブルダウンメニューで10%単位の積載率を選択してもらったため、積載率が偏ってしまった。今年度は積載重量を調査することにより積載率の偏りを解消し、積載率データの精度を高める。また、積載重量が不明の場合は1%単位で積載率を入力してもらうことにより、積載率の偏りを解消する。
		①-2	さらなる予測モデルの精度向上を図るため、車齢を新たに調査し、モデルに組み込むことを検討する。
平成27年度調査 (ドライバーの燃費予測モデル)	②デジタコから得られる各種データ（平均速度、急加減速回数、平均回転数、特定の回転数を超える延べ回数）と燃費の間に有意な相関関係が見られなかった。	②-1	日単位の給油することで日単位の燃費を把握し、相関分析を行う。
		②-2	特異データ（3σより外側のデータ）を削除した上で、相関分析を行う。（※早稲田大有村先生からのアドバイス）
		②-3	回転数データはエンジン最高出力に対する割合（無次元量）を用いて相関分析を行う。（※早稲田大大聖先生からのアドバイス）
		②-4	アイドリング時間を新しい変数として追加し、相関分析を行う。

## 2.2 輸送事業者評価モデルの検討

### 2.2.1 過年度までの検討内容

平成 26 年度に検討した評価モデルであり、モデル全体、各パラメータについて一定の精度が確認されている。

一方で、積載率を考慮したモデル式となっておらず、事業者努力が十分に評価できるものとなっていない。

#### <H26 燃費予測モデル>

予測モデルによる燃費 (km/l) =

$$a_0 + a_1 \times \text{地方区分} + a_2 \times \text{車両総重量 (kg)} + a_3 \times \text{車体の形状} + a_4 \times \text{輸送形態}$$

表 2-2 燃費予測モデルのパラメータ

#### 【燃費予測モデル】

データ数	17,690		
相関係数	0.74		
	説明変数	係数	t値
$a_0$	定数項	6.69355	110.89
$a_{11}$	北海道ダミー	-0.01777	-0.39
$a_{12}$	東北ダミー	0.18000	4.73
$a_{13}$	関東ダミー	0.38829	14.13
$a_{14}$	中部ダミー	0.26799	7.24
$a_{15}$	近畿ダミー	0.28030	9.07
$a_{16}$	中国ダミー	0.34855	7.63
$a_{17}$	四国ダミー	0.53446	10.03
$a_2$	車両総重量	-0.00011	-123.88
$a_{31}$	平ボディダミー	-1.50150	-21.56
$a_{32}$	バンボディダミー	-0.27425	-10.88
$a_{33}$	冷凍冷蔵車ダミー	-0.46009	-15.78
$a_{34}$	コンテナ車ダミー	-1.03926	-12.59
$a_{35}$	タンク車ダミー	-1.10342	-20.57
$a_{36}$	清掃車ダミー	-2.05681	-24.02
$a_{41}$	幹線輸送ダミー	-0.19316	-3.49
$a_{42}$	2地点間輸送ダミー	-0.12541	-2.32
$a_{43}$	集配輸送ダミー	0.02407	0.45

## 2.2.2 輸送事業者評価モデルの精度向上

過年度のモデル式の検証と、積載率指標の考慮結果を示す。

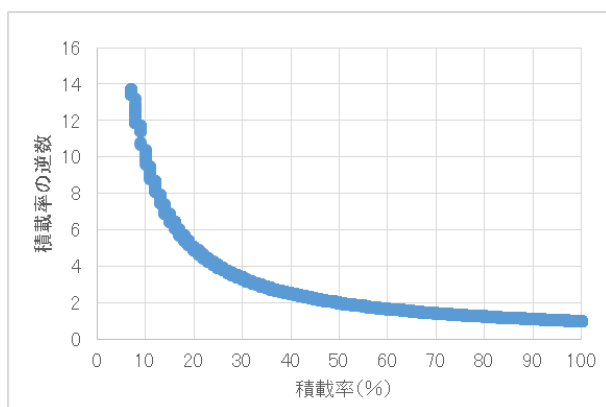
①で過年度と同じモデル式を再現したところ、相関係数（R）は過年度の結果を上回るものとなった。目的変数である燃費のデータ精度向上により、モデルの再現性が向上している。

しかし、積載率指標を説明変数として加えたところ、各指標とも符号が逆になる結果となった。

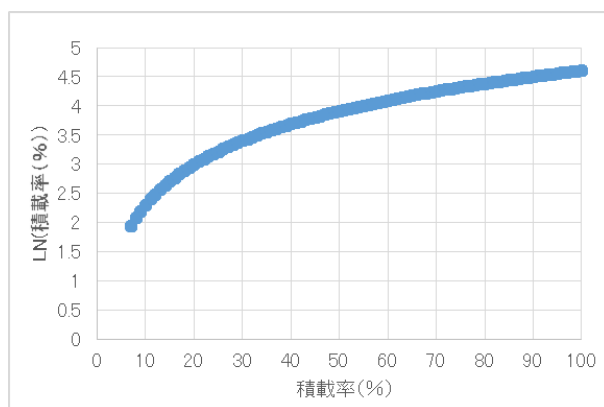
表 2-3 積載率データの精度向上の分析結果

目的変数		燃費							
		①		②		③		④	
相関係数(R)		0.761		0.763		0.762		0.762	
決定係数(R <sup>2</sup> )		0.579		0.582		0.580		0.581	
説明変数	偏回帰係数	t 値	偏回帰係数	t 値	偏回帰係数	t 値	偏回帰係数	t 値	
積載率(%)	-	-	-0.0045	-21.4419	-	-	-	-	
積載率の逆数	-	-	-	-	0.0663	14.7759	-	-	
LN(積載率)	-	-	-	-	-	-	-0.2326	-19.6243	
車両総重量(kg)	-0.0001	-251.6403	-0.0001	-252.6242	-0.0001	-252.5104	-0.0001	-252.9749	
地域区分 ダミー	北海道	0.2666	12.8343	0.2960	14.2723	0.2667	12.8646	0.2789	13.4619
	東北	0.1304	8.8716	0.1152	7.8616	0.1189	8.0963	0.1140	7.7727
	関東	0.1511	13.2321	0.1341	11.7569	0.1400	12.2519	0.1341	11.7418
	中部	0.0294	1.9936	-0.0352	-2.3491	-0.0083	-0.5561	-0.0308	-2.0513
	近畿	-0.1723	-13.0932	-0.1793	-13.6722	-0.1763	-13.4213	-0.1794	-13.6710
	中国	-0.2497	-13.5748	-0.2579	-14.0689	-0.2496	-13.5965	-0.2530	-13.7972
	四国	-0.0324	-1.9092	-0.0186	-1.0990	-0.0287	-1.6943	-0.0242	-1.4310
車体形状 ダミー	平ボディ	1.2389	52.6876	1.2388	52.8840	1.2399	52.8222	1.2386	52.8415
	バンボディ	1.3505	59.0397	1.3509	59.2828	1.3503	59.1382	1.3499	59.2021
	冷凍冷蔵車	1.1730	49.8631	1.1608	49.5168	1.1666	49.6711	1.1622	49.5466
	コンテナ車	0.7587	22.4529	0.7563	22.4678	0.7574	22.4555	0.7548	22.4094
	タンク車	0.9414	33.8352	0.9783	35.2299	0.9559	34.3986	0.9692	34.9013
ミ態輸 ダ送形	集配輸送	-0.0570	-6.4458	-0.0699	-7.9234	-0.0653	-7.3929	-0.0696	-7.8800
	幹線輸送	0.0388	4.2559	0.0363	3.9991	0.0409	4.4961	0.0391	4.3103
定数項		5.0540	219.6505	5.4200	189.6449	4.9788	211.6351	6.0816	106.3859

(軽油のみ対象、データ件数：59,929 件)



左:積載率の逆数



右:積載率のln値

図 2-1 積載率と各指標の関係

そこで、目的変数をトンキロあたりの燃料消費量として再度分析を行った結果を以下に示す。

①の積載率を考慮しないモデルの場合、相関係数（R）、決定係数（R<sup>2</sup>）ともに過年度モデルの再現と大きな違いはないが、積載率指標を考慮すると、パラメータの符号も理論値と合致し、モデルの精度も向上する。

特に、④説明変数のln値をとった場合、相関係数、決定係数ともに最もよい結果となった。

以上より、積載率を考慮するモデルの場合、目的変数を燃費ではなくトンキロあたりの燃料消費量とすることが望まれる。

表 2-4 目的変数をトンキロあたりの燃料消費量とした再度分析結果

		①		②		③		④	
相関係数(R)		0.726		0.829		0.8497		0.8499	
決定係数(R <sup>2</sup> )		0.527		0.687		0.7221		0.7223	
説明変数		偏回帰係数	t 値	偏回帰係数	t 値	偏回帰係数	t 値	偏回帰係数	t 値
積載率(%)		-	-	-0.0010	0.0000	-	-	-	-
積載率の逆数		-	-	-	-	0.0248	0.0000	-	-
LN(積載率)		-	-	-	-	-	-	-0.0656	-205.1242
車両総重量(kg)		-0.0000	-217.5010	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-290.7275
地域区分ダミー	北海道	-0.0134	-18.3421	-0.0065	0.0000	-0.0133	0.0000	-0.0099	-17.7287
	東北	0.0040	7.8475	0.0005	0.2282	-0.0002	0.5598	-0.0006	-1.4111
	関東	0.0039	9.7672	-0.0001	0.8388	-0.0003	0.4160	-0.0009	-2.9108
	中部	0.0185	35.7403	0.0034	0.0000	0.0044	0.0000	0.0015	3.7414
	近畿	0.0075	16.2330	0.0059	0.0000	0.0060	0.0000	0.0055	15.5175
	中国	0.0051	7.8991	0.0032	0.0000	0.0051	0.0000	0.0042	8.4288
	四国	0.0029	4.8790	0.0061	0.0000	0.0043	0.0000	0.0052	11.4205
車体形状ダミー	平ボディ	-0.0545	-66.0163	-0.0545	0.0000	-0.0542	0.0000	-0.0546	-86.2859
	バンボディ	-0.0468	-58.3120	-0.0467	0.0000	-0.0469	0.0000	-0.0470	-76.3570
	冷凍冷蔵車	-0.0380	-45.9760	-0.0408	0.0000	-0.0404	0.0000	-0.0410	-64.7998
	コンテナ車	-0.0588	-49.5329	-0.0593	0.0000	-0.0592	0.0000	-0.0599	-65.8273
	タンク車	-0.0529	-54.1487	-0.0443	0.0000	-0.0475	0.0000	-0.0450	-60.0825
ミ態形輸送	集配輸送	0.0075	24.1534	0.0045	0.0000	0.0044	0.0000	0.0039	16.4739
	幹線輸送	-0.0007	-2.1261	-0.0013	0.0000	0.0001	0.6457	-0.0006	-2.3471
定数項		0.1582	195.7572	0.2438	0.0000	0.1300	0.0000	0.4481	290.3643

(軽油のみ対象、データ件数：59,929 件)

なお、今回分析対象とした車両は、いずれも車検証の初度登録年月が 2015 年以降のもののみであり、車齢を指標として加えても影響が低いものであった。  
そのため、車齢は指標として加えず、積載率を考慮可能なモデルの検討を行った。

## 2.2.3 輸送事業者評価モデルのまとめ

データの精度向上、目的変数の変更により、精度の高い評価モデルと構築することが可能となった。

予測モデルにより算出した燃料消費量が、平成 28 年度調査で収集したトンキロあたりの燃料消費量の分布のどこに位置するかによって評価を行う。

### <トンキロあたりの燃料消費量予測モデル>

$$\text{予測モデルによるトンキロあたりの燃料消費量 (l / (t \cdot km)) =} \\ a_0 + a_1 \times \text{LN(積載率)} + a_2 \times \text{車両総重量(kg)} + a_3 \times \text{地方区分} \\ + a_4 \times \text{車体の形状} + a_5 \times \text{輸送形態}$$

表 2-5 輸送事業者評価モデル

相関係数(R)		0.8499	
決定係数(R <sup>2</sup> )		0.7223	
説明変数	偏回帰係数	t 値	
積載率 (%)	-	-	
積載率の逆数	-	-	
LN(積載率)	-0.0656	-205.1242	
車両総重量(kg)	-0.0000	-290.7275	
地域区分ダミー	北海道	-0.0099	-17.7287
	東北	-0.0006	-1.4111
	関東	-0.0009	-2.9108
	中部	0.0015	3.7414
	近畿	0.0055	15.5175
	中国	0.0042	8.4288
	四国	0.0052	11.4205
車体形状ダミー	平ボディ	-0.0546	-86.2859
	バンボディ	-0.0470	-76.3570
	冷凍冷蔵車	-0.0410	-64.7998
	コンテナ車	-0.0599	-65.8273
	タンク車	-0.0450	-60.0825
輸送形態ダミー	集配輸送	0.0039	16.4739
	幹線輸送	-0.0006	-2.3471
定数項		0.4481	290.3643

## 2.2.4 評価制度の検討

今回構築した輸送事業者評価モデルを用いて、今後、輸送事業者評価制度の検討を進める。

## 2.3 ドライバー燃費予測モデルの検討

### 2.3.1 過年度までの検討内容

過年度の検討では、車両総重量（車両ランク）、積載重量（積載ランク）でデータを24区分し、急加減速回数、2500回転を超える延べ回数を指標としてドライバー評価モデルを構築した。

データ件数が100件以上あった、16ランク別の燃費予測モデルにおけるパラメータ（ $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ）を予測したが、パラメータの符号が統一されていないこと、決定係数（R2値）が小さく十分な予測精度を確保していないことが課題となった。

#### <H27 ドライバー評価モデル>

燃費予測モデルによる予測値(km/l) =

$a_0 + a_1 \times$  単位走行時間あたりの急加減速回数 +

$a_2 \times$  単位走行時間あたりの2,500回転を超える延べ回数

表 2-6 重回帰モデルの推計結果(16区分)

ランク	車両ランク		積載ランク		n	R2乗	急加減速回数(回/時間)		2,500回転(回/時間)	
	以上	未満	以上	未満			符号	t値	符号	t値
1	0	~ 2	0	~ 2	926	0.0368	○		×	
2	2	~ 4	0	~ 2	10,104	0.0008	×		○	
3	2	~ 4	2	~ 4	4,371	0.0049	×		×	
4	2	~ 4	4	~ 10	274	0.0229	×		○	
5	4	~ 6	0	~ 2	8,425	0.0042	×		○	
6	4	~ 6	2	~ 4	17,653	0.0002	○	-0.813	○	-1.681
7	4	~ 6	4	~ 10	942	0.0299	○	-5.307	○	-0.416
8	6	~ 8	0	~ 2	601	0.0280	○	-3.326	○	-2.096
9	6	~ 8	2	~ 4	537	0.0468	○	-5.105	○	-0.844
10	6	~ 8	4	~ 10	2,315	0.0037	○	-0.229	○	-2.920
11	8	~ 10	2	~ 4	102	0.0397	×		×	
12	8	~ 10	4	~ 10	1,733	0.0120	○	-1.169	○	-4.554
13	8	~ 10	10	~	919	0.0859	○	-7.211	○	-5.274
14	10	~	2	~ 4	217	0.0221	○	-1.791	○	-1.296
15	10	~	4	~ 10	9,767	0.0296	○	-16.773	○	-3.518
16	10	~	10	~	9,424	0.0130	○	-11.136	○	-0.746
計					68,310					

※黄色網掛け箇所はt値の値が絶対値で1.0を超えているもの（1.96以上で95%有意、1.64以上で90%有意）

## 2.3.2 相関分析による比較

ドライバーの燃費予測モデルの作成にあたり、単相関のない指標ではモデル式に用いても有意な結果を得ることができない。

そのため、まずは各指標と燃費との相関関係について過年度調査結果との比較を行った。

### a) 比較対象

平成 27 年度に検討したモデルでは、車両重量と積載量との関係から 24 区分に分割して評価を実施した。

今年度のデータを同じ区分に分け、このうちデータ件数が多く極端な区分ではない、車両重量 4-6t、積載量 2-4t を対象として相関分析による比較を行った。

表 2-7 車両重量・積載量区分ごとのデータ件数

		積載量			
		0-2	2-4	4-10	10-30
車両重量	0-2	1347	0	0	0
	2-4	14912	9676	233	13
	4-6	14959	21197	1586	30
	6-8	1953	1574	3925	5280
	8-10	119	226	1690	2230
	10-	1226	1234	16142	23308

※データクリーニング前の件数（運送件数）

表 2-8 過年度評価での車両重量・積載量区分ごとの評価結果

車両ランク(ト)		積載ランク(ト)		ランク	データ数	パラメータ		
以上	未満	以上	未満			a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>
0	~ 2	0	~ 2	1	926	8.44390	-0.00793	0.01210
2	~ 4	0	~ 2	2	10,104	6.19334	0.00054	-0.00918
2	~ 4	2	~ 4	3	4,371	5.41947	0.00100	0.00668
2	~ 4	4	~ 10	4	274	4.88576	0.00607	-0.04781
4	~ 6	0	~ 2	5	8,425	5.03708	-0.00261	0.00982
4	~ 6	2	~ 4	6	17,653	5.13426	-0.00007	-0.00250
4	~ 6	4	~ 10	7	942	5.43879	-0.01540	-0.00621
6	~ 8	0	~ 2	8	601	4.22516	-0.00374	-0.02264
6	~ 8	2	~ 4	9	537	4.84283	-0.01535	-0.04326
6	~ 8	4	~ 10	10	2,315	4.21568	-0.00021	-0.01676
8	~ 10	2	~ 4	11	102	3.26354	0.00527	0.02715
8	~ 10	4	~ 10	12	1,733	3.17484	-0.00136	-0.01975
8	~ 10	10	~	13	919	3.51350	-0.00980	-0.13162
10	~	2	~ 4	14	217	3.67318	-0.00975	-0.00687
10	~	4	~ 10	15	9,767	3.57036	-0.00990	-0.00635
10	~	10	~	16	9,424	3.47476	-0.00649	-0.00372

※24 区分のうち、特にデータ数が少なく分析負荷なデータは除いて表示



## b) 相関分析の結果

ドライバーの運転技術により変化する7項目について燃費との相関分析を行ったところ、以下のような結果となった。

平成27年度の分析結果と比較すると、平均回転数を除いて決定係数が向上しており、精度が上がっている。しかし、決定係数自体は低く、燃費との十分な相関はみられない。

また、新たに追加したアイドリング時間に関する指標や最高回転数割合（最高回転数を無次元化）も他の指標と比較すると決定係数が高く、相関関係があると考えられる。

表 2-9 燃費との関係のまとめ

		平均速度	平均回転数	急加減速回数	平均回転数割合	最高回転数割合	速度10km/時以下の運転時間割合	速度60km/時以上の運転時間割合	アイドリング時間	アイドリング時間割合
H27	符号	×	○	○	—	—	○	○	—	—
	決定係数	0.0003	0.0357	4E-0.5	—	—	5E-0.5	6E-0.6	—	—
H28	符号	○	○	○	×	○	○	○	○	○
	決定係数	0.0164	0.0008	0.0079	0.00002	0.0365	0.0273	0.0048	0.013	0.0522

  : 過年度と比較して精度が向上した項目  
赤字 : 決定係数が0.01以上